УДК 658.512.011.56.005:004.9

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ГИС ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.П. Ехлаков, О.И. Жуковский, Н.Б. Рыбалов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
E-mail: upe@tusur.ru

Проанализированы задачи управления производственной инфраструктурой промышленного предприятия. Предложена технология доступа к электронному генеральному плану. Описана универсальная архитектура Web-ориентированной ГИС промышленного предприятия.

Введение

Сегодня многие российские промышленные предприятия используют современный подход к автоматизации, при котором основными задачами, требующими внедрения компьютерных технологий, являются те, эффект от реализации которых оценивается наиболее явным образом: задачи планирования ресурсов предприятия (материальных, трудовых, финансовых) – уменьшение затрат, связанных с использованием ресурсов; конструкторско-технологические процессы – уменьшение стоимости и повышение качества конструкторско-технологических разработок.

При использовании данного подхода одним из основных автоматизируемых процессов является управление производственной инфраструктурой предприятия. Решение данной задачи позволяет значительно повысить эффективность принимаемых управленческих решений за счет актуализации и повышения достоверности информации об объектах инфраструктуры.

Вплоть до недавнего времени в отечественной практике такая задача как автоматизация управления инфраструктурой крупного промышленного предприятия решалась на достаточно низком уровне. Это может объясняться тем, что эффект от решения данных задач менее очевиден. Однако, резко возросший в последние годы уровень вычислительной техники и информационных технологий, обусловил рост требований к эффективности управления инфраструктурой территорий, финансовой и хозяйственной деятельностью предприятий, инженерными сетями и коммуникациями, что предполагает непрерывное совершенствование систем информационного обеспечения.

Решение задачи управления производственной инфраструктурой предприятия во многом зависит от эффективности разработки и использования генерального плана. В этом случае, применение технологии ГИС – закономерный этап на пути перехода к безбумажной технологии обработки информации. Географическая информационная система (ГИС) – это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира и событий. Эта технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и пространственного анализа, которые предоставляет карта. Эти свойства отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий [1].

Развитие Интернет не обошло стороной и геоинформационные системы: на стыке ГИС и технологий Интернет появился новый класс программного обеспечения, который условно можно назвать «Интернет ГИС». Обычно такие системы используют картографические серверы (Internet Map Server) в качестве поставщиков ГИС-сервиса. Комплексы такого рода, совмещая разнообразие ГИС-услуг с доступностью и распространенностью Интернет, позволяют эффективно решать широкий спектр пользовательских задач.

В данной работе рассмотрены некоторые основные моменты построения Web-ориентированной ГИС промышленного предприятия, позволяющей поднять эффективность внедрения средств автоматизации в процесс управления его производственной инфраструктурой.

1. Задачи управления производственной инфраструктурой промышленного предприятия

Производственная инфраструктура промышленного предприятия представляется совокупностью пространственно размещенных на его территории множеств объектов (рис. 1).

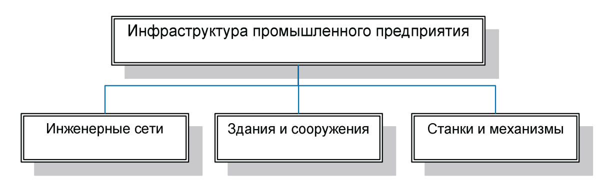


Рис. 1. *Производственная инфраструктура промышленного предприятия*

Инженерные сети – это совокупность транспортных инженерных коммуникаций, обеспечивающих бесперебойную работу предприятия по производству из сырья конечного продукта. Каждая инженерная сеть, в отдельности, содержит в себе множество объектов, также участвующих в работе предприятия. Инженерные сети крупного про-

мышленного предприятия осуществляют централизованное снабжение рассредоточенных по его территории потребителей электрической и тепловой энергией, топливом, водой, всем необходимым для осуществления основного технологического цикла. Спектр объектов, представляющих в совокупности инженерную сеть, весьма широк и разнообразен.

Здания и сооружения – это строения, цеха, участки, склады и т. д. На их площадях размещается сырьё, оборудование, готовая продукция и другие элементы, участвующие в технологических процессах, происходящих на предприятии и в его подразделениях.

Станки и механизмы – это все то, что способно создавать изделия, которые являются, либо конечными продуктами, либо промежуточными в основном производственном цикле предприятия. Станки и механизмы размещены как в сооружениях, так и непосредственно на самой территории предприятия.

Генеральный план – это документ, содержащий информацию об объектах инженерной инфраструктуры, который определяет прохождение всех коммуникаций, таких как водопровод, канализация, сети связи и т. д. Документ в составе проекта разрабатывается как чертеж (карта) или комплект чертежей (карт), на котором в определенном масштабе показано взаимное расположение всех зданий и сооружений, транспортных и энергетических коммуникаций в увязке с рельефом местности и планировочными решениями на площадке с учетом требований технологии и транспорта. Генплан используется инженерными подразделениями для планирования и организации ремонтных и строительных работ, а также для согласования участков нового строительства с другими подразделениями. За ведение данного документа отвечает подразделение генплана (бюро, отдел и т. п.).

На тех предприятиях, где генеральный план находится в критическом состоянии, когда в лучшем случае имеются планшеты-оригиналы, которые выполнены вручную и не содержат достоверной информации (со временем сети перекладывали, ремонтировали, а изменения далеко не всегда отображались на чертежах), необходимо пройти следующие этапы [2]:

- перевести имеющиеся «твердые копии» (чертежи, планшеты, геодезические журналы и т. п.) в удобную для работы электронную форму;
- получить и обработать текущее состояние генплана;
- внедрить специализированное программное обеспечение для работы с электронным генпланом;
- организовать удобный доступ к генеральному плану проектировщиков, диспетчеров, администрации и руководства, а также всех заинтересованных специалистов.

К числу основных задач, решаемых подразделениями производственной инфраструктуры в процессе эксплуатации инженерных сетей, относятся задачи:

- технического аудита, инвентаризации, паспортизации и учета объектов инженерной инфраструктуры;
- информационного обеспечения управления и анализа инженерных сетей;
- пространственного моделирования инженерных сетей;
- предпроектного анализа;
- моделирования жизненного цикла сетей;
- расчетные – анализа и управления.

Приведенная классификация задач позволяет сформировать их приоритеты по потребности выполнения. Первоочередной задачей является оперативное получение информации о любых объектах инженерной инфраструктуры в любой части территории комбината. На сегодняшний момент эта задача осложняется отсутствием достоверной исходной информации и отсутствием единого подхода к представлению данной информации. Достаточно важной задачей является мониторинг событий, связанных с объектами инженерной инфраструктуры – аварии, регламентные и ремонтно-восстановительных работы, сроки их выполнения и т.п. Как было уже сказано выше, одним из основных информационных объектов, определяющих эффективное решение указанных задач, является генеральный план предприятия.

2. Способы организации доступа к электронному генеральному плану

Использование локальной ГИС. На крупных промышленных предприятиях распространена схема доступа, при которой пользователи получают фрагменты генплана на бумажном носителе (рис. 2).



Рис. 2. *Классическая схема доступа к данным генплана*

В процессе ведения электронного генерального плана могут использоваться локальные инструментальные ГИС, которые позволяют хранить пространственные данные либо в виде обычных файлов, либо в локальных СУБД (рис. 3).

Этот подход имеет ряд существенных недостатков.

Неполнота атрибутивных описаний объектов генплана. Большинство инструментальных ГИС не предназначены для атрибутивного описания пространственных объектов. Как правило, объект мо-

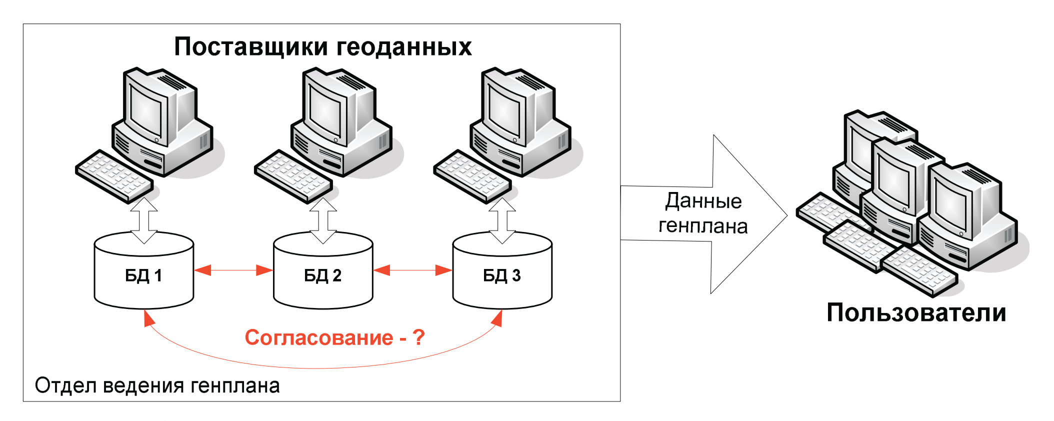


Рис. 3. *Разработка и получение данных электронного генерального плана при использовании локальной ГИС*

жет содержать несколько простых свойств. Однако, в действительности, объекты инженерной инфраструктуры имеют более обширные атрибутивные описания.

Сложность синхронизации версии генплана. Из-за отсутствия единого хранилища, а также пространственных и атрибутивных данных, возникает проблема синхронизации изменений генплана. На каждом рабочем месте находится копия набора данных. После редактирования необходимо копировать измененные данные на все рабочие места, а также согласовывать изменения, производимые каждым пользователем.

Необходимость реализации данных проблем ведет к поиску иных методов решения задачи ведения электронного генерального плана. Наиболее приемлемым становится применение технологии «клиент-сервер».

Использование многопользовательской ГИС. Вместо локальной системы, функционирующей на одном рабочем месте, используется централизованная многопользовательская система, в которой множество пользователей могут одновременно работать в едином информационном пространстве (рис. 4).

Многопользовательские ГИС позволяют работать с данными нескольких серверов сразу, причем в одной карте можно объединять данные из разных источников и различных серверов, локальных пространственных баз, а также из файлов на локальном диске. Данный метод повышает эффективность процесса ведения генерального плана, однако остаются нерешенными следующие проблемы:

Отсутствие оперативности. Пользователи, не имеют оперативного доступа к данным генплана. Это затрудняет координацию работ инженерных подразделений предприятия.

Отсутствие ограничения к данным генплана. Пространственные и атрибутивные данные доступны всем пользователям для чтения и редактирования. Необходимы временные затраты на предоставление ограниченного варианта генерального плана.

Необходимо владеть навыками работы с ГИС. Для выполнения простых операций анализа пространственных данных (измерение расстояния, площади, периметра), необходимо иметь опыт работы с ГИС, уметь пользоваться стандартным инструментарием.

Использование многопользовательской ГИС и распределенного Web-доступа

Применение технологии публикации пространственных данных обеспечивает централизованное хранение, анализ и предоставление пространственных данных в корпоративной сети и в Интернет для удаленных пользователей (рис. 5).

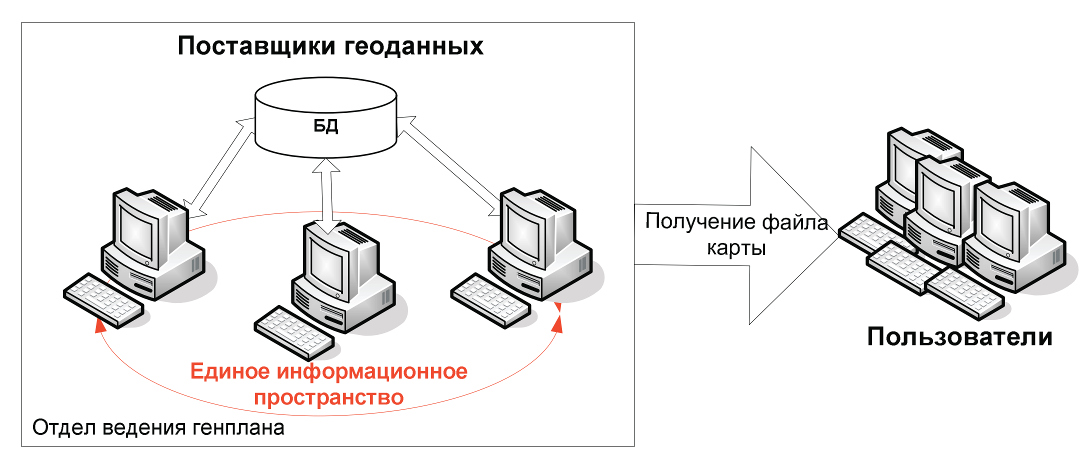


Рис. 4. *Разработка и получение данных электронного генерального плана при использовании многопользовательской ГИС*

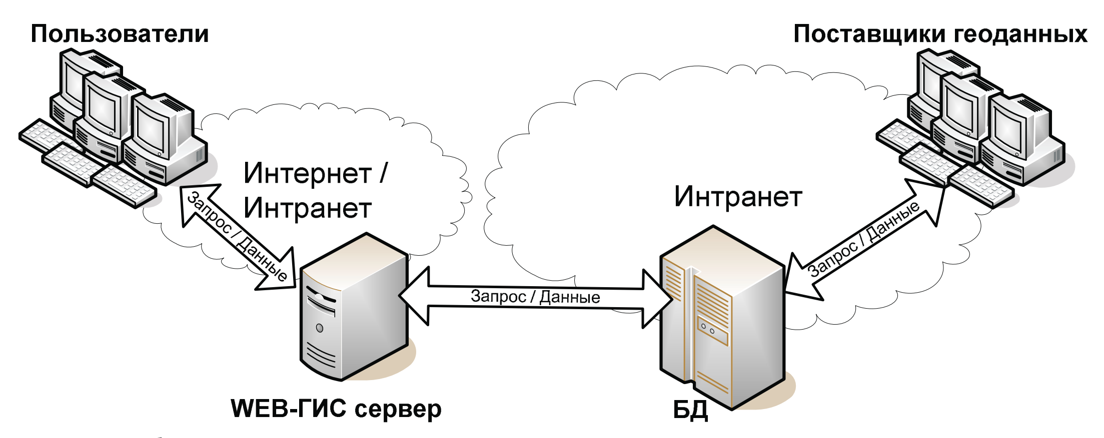


Рис. 5. *Разработка и получение данных электронного генерального плана при использовании Интернет-ГИС*

При данном подходе инженерные службы и подразделения смогут пользоваться электронным генеральным планом из любой точки предприятия, где имеется доступ к корпоративной вычислительной сети.

Поставщики геоданных (отдел генплана) взаимодействуют с единым хранилищем пространственных и атрибутивных данных (БД). За публикацию пространственных данных отвечает Web-ГИС сервер, который является связующим звеном между пользователями и электронным генеральным планом.

Пользователям, имеющим стандартный браузер (тонкий клиент) не требуется устанавливать какое-либо геоинформационное ПО на свой компьютер, так как вся работа с генеральным планом (картой) осуществляется в окне браузера. Карта может передаваться как в векторном, так и в растровом виде.

В случае использования Web-ГИС сервера процесс получения данных электронного генерального плана значительно упрощается.

С учетом вышеизложенных подходов можно сформулировать перечень основных задач, которые должны решаться с помощью информационной технологии доступа к данным ЭГП:

- организация регламентированного доступа к данным генерального плана: объектам, группам объектов, функциям и территориям;
- поддержка регламента;
- поддержка доступа к архивам генплана;
- поддержка доступа к атрибутивным описаниям объектов генплана.

3. Современное состояние рынка Интернет-ГИС решений

Несомненными лидерами на рынке программного обеспечения Интернет-ГИС в нашей стране являются фирмы Autodesk, ESRI, MapInfo и Intergraph. Их флагманскими продуктами являются, соответственно, MapGuide, ArcIMS (Internet Map Server), MapXtreme и GeoMedia Web Map.

Распределенные ГИС-данные в сети Интернет можно сегодня предлагать конечным пользователям при помощи сервиса Web посредством нового поколения геоинформационных систем, которым является Интернет-ГИС. Пользователь, используя недорогое стандартное программное обеспечение (Web-браузер), получает возможность работы с геоданными. В основном, технология просмотра геоданных через Интернет основана на трехуровневой архитектуре [3]:

1. Сервер пространственных данных, который эффективно взаимодействует с Web-сервером и обрабатывает запросы, приходящие из среды Web-браузера.
2. Карта (файлового формата), которая может быть размещена на Web-сайте.
3. Web-приложение, в котором карты могут быть просмотрены и запрошены конечным пользователем через браузер.

Таким образом, программное обеспечение Интернет-ГИС должно состоять, как минимум, из четырех базовых блоков:

1. Функциональный блок (серверные приложения).
2. Демонстрационный блок (клиентские приложения).
3. Блок управления.
4. Блок данных.

Анализ, проведенный авторами, показал, что выбор Интернет-ГИС MapGuide фирмы Autodesk – достаточно эффективное решение, обоснованное, в первую очередь, его надежной и отказоустойчивой архитектурой, предлагаемыми средствами безопасности данных, скоростью работы, легкостью масштабирования и многими другими показателями. Autodesk MapGuide Viewer ActiveX – самый функциональный клиент из рассмотренных, обладающий лучшей организаций прямого доступа к источникам данных (без необходимости использования промежуточного ПО). Кратко представим возможности данного продукта.

Autodesk MapGuide. Демонстрационный блок представлен в виде компоненты MapGuide Viewer, поставляемой в трех вариантах:

1. Объект управления ActiveX для использования с Web-браузером Microsoft Internet Explorer.
2. Plug-in для использования с Netscape Navigator в среде Windows.
3. Java-версия для использования на платформах Sun Solaris и Apple Macintosh.

Также возможно использование Web-браузера. В этом случае клиентское приложение получает по запросу с сервера обычное растровое изображение, а на сервере требуется установка компоненты Autodesk MapGuide LiteView.

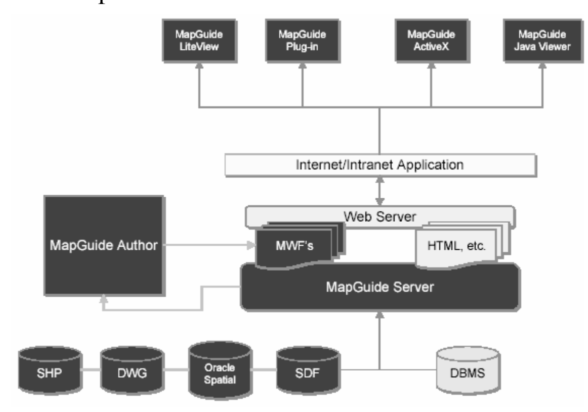


Рис. 6. *Архитектура Autodesk MapGuide*

Функциональный блок представлен компонентой MapGuide Server, основной задачей которого является обработка запросов от клиентских приложений и передача данных по ним (рис. 6).

Блок управления содержит компоненту MapGuide Author, которая позволяет создавать файл карты и утилиту управления компонентом MapGuide Server – MapGuide Server Admin. Блок данных содержит различные механизмы доступа к пространственным данным.

4. Основные составляющие структуры Web-ГИС сервера

Структура Web-ГИС сервера строится на базе клиент-серверной технологии, описать которую можно на трех основных уровнях: сетевом, программном и уровне данных.

Сетевой уровень. На сетевом уровне необходимо выделить основные узлы корпоративной вычислительной сети предприятия, которые участвуют в функционировании Web-ГИС сервера (рис. 7).

Программный уровень. На программном уровне выделим программные компоненты Web-ГИС сервера, которые можно разделить на два множества – серверные и клиентские. Серверные компоненты устанавливаются и функционируют на корпоративном сервере приложений, клиентские на рабочих станциях.

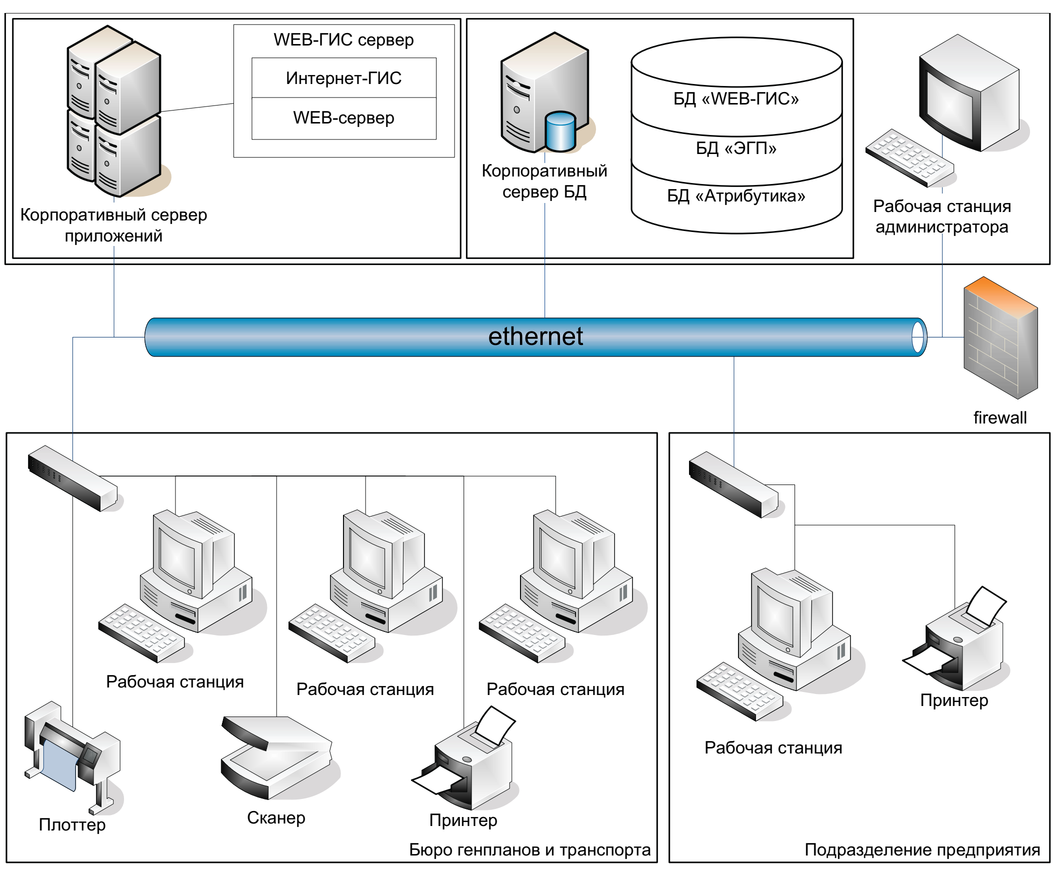


Рис. 7. *Сетевой уровень*

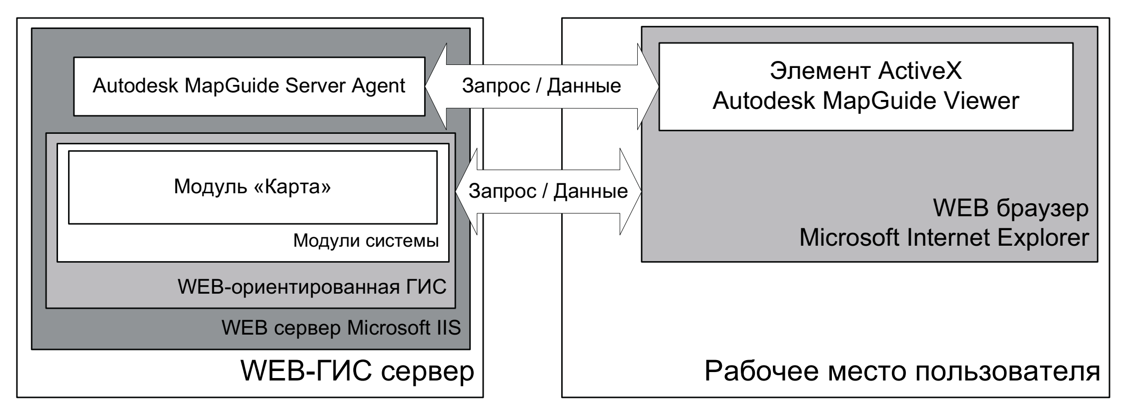


Рис. 8. *Взаимодействие компонент клиентской части на базе Autodesk MapGuide с компонентами WEB-ГИС сервера*

В список серверных компонент входят: Autodesk MapGuide (Server, Dynamic Authoring Toolkit, Raster Workshop), Microsoft Internet Information Services, скрипты Web-ориентированной ГИС.

В список клиентских компонент входят: приложения, реализующие производственные задачи, Autodesk Map, Microsoft Internet Explorer (с ActiveX-компонентом Autodesk MapGuide Viewer), Autodesk MapGuide Author.

Рабочее место на базе Autodesk MapGuide. Взаимодействие клиентской и серверной частей для рабочего места на базе Autodesk MapGuide схематично отображено на рис. 8. Пользовательский интерфейс Web-ориентированной ГИС, посредством Web-браузера, позволяет пользователю получить доступ к тем графическим и атрибутивным данным электронного генплана, на которые у него есть права, выданные владельцем этих данных. Пространственные данные отображаются объектом управления Autodesk MapGuide Viewer, который запрашивает данные через Autodesk MapGuide Server из пространственной БД (схемы данных СУБД Oracle).

Рабочее место технического администратора Web-ГИС сервера

Администраторское рабочее место включает все клиентские компоненты описанных выше рабочих мест пользователей WEB-ГИС сервера. Кроме того, администратору доступна программная компонента Autodesk MapGuide Author, которая используется для редактирования файла-шаблона (формата MWX), содержащего полную спецификацию слоев, информацию об информационных отчетах и контекстном меню. Этот файл используется модулем «Динамика» WEB-ориентированной ГИС для формирования карты в соответствии с правами доступа.

Рабочее место администратора содержит программное обеспечение терминального доступа к Web-ГИС серверу для возможности удаленного управления им, в том числе и его компонентами.

5. Универсальная архитектура Web-ориентированной ГИС промышленного предприятия

В процессе разработки ряда Web-ориентированных ГИС крупных промышленных предприятий авторами была разработана универсальная архитектура, позволяющая функционировать нескольким проектам на основе одного ядра (рис. 9).

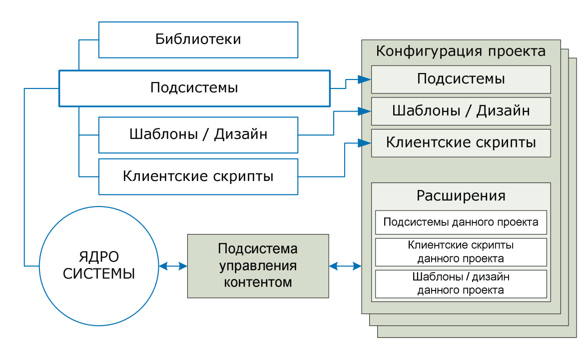


Рис. 9. *Универсальная архитектура Web-ориентированной ГИС промышленного предприятия*

Практика показала, что данный подход позволяет в минимально короткие сроки создавать ГИС-проект со своим набором подсистем (модулей), шаблонов, элементов дизайна, клиентских скриптов, сформировав для конкретного проекта свой конфигурационный файл [4]. Благодаря модульной архитектуре, а также механизмам разграничения прав доступа, существует возможность расширения ГИС-проекта собственными подсистемами.

Web-ориентированная ГИС включает в себя следующие основные компоненты:

1. «Администрирование» – подсистема, позволяющая управлять пользователями системы, группами, ГИС-слоями, группами слоев, функциями работы с электронным генеральным планом, а также создавать различные формы доступа к данным генплана.
2. «Объекты инженерной инфраструктуры» – подсистема ведения атрибутивных данных электронного генерального плана. Позволяет осуществлять поиск информации, «привязку» атрибутивных данных к объектам карты.
3. «Архив» – подсистема ретроспективного документооборота, предоставляющая возможность пользователям ГИС прикреплять к различным объектам, слоям и областям карты документацию и мультимедийную информацию.

4. «Заказ» – позволяет пользователям ГИС заказывать у бюро генплана требуемую форму доступа к электронному генеральному плану: совокупность слоев и область карты.
5. «Карта» – подсистема, содержащая функции для работы с векторным вариантом генерального плана.
6. «Растровая карта» – подсистема, содержащая функции для работы с растровым вариантом генерального плана.

Система универсальна и легко расширяема, что становится возможным благодаря использованию модульной архитектуры, удобного обработчика событий, а также подсистемы управления контентом. Кроме того, система включает себя подсистемы авторизации и журналирования [5].

В заключение следует отметить, что Web-ориентированные ГИС, отвечающие представленным в данной работе принципам, успешно функционируют на таких крупных промышленных предприятиях, как ООО «Томскнефтехим» и ОАО «НКМК».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. – М.: Дата+, 1999. – 490 с.
2. Орельяна И.О. Автоматизация при реконструкции и развитии промышленных объектов в России // CADmaster. – 2001. – № 3. – С. 21–40.
3. Fordyce A. Autodesk MapGuide 6 и ArcIMS 4 // CADmaster. – 2004. – № 5. – P. 1–9.
4. Жуковский О.И., Еськин Д.М., Рыбалов Н.Б. Применение технологии шаблонов при создании Web-приложений // Электронные средства и системы управления: Тезисы докл. Всеросс. научно-практ. конф. – 21–23 октября 2003 г. – Томск: ГНУ «НИИ АЭМ при ТУСУР Минобразования России», 2003. – С. 186–188.
5. Жуковский О.И., Рыбалов Н.Б., Вишняков В.Ю. Архитектура веб-ориентированной АИС ведения Генплана // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: Труды 2-й Всеросс. научно-практ. конф. / Под общ. ред. С.П. Молчанова. – Новокузнецк: СибГИУ, 2006. – С. 327–332.

УДК 658.012:004.42